

19. Садовец В.Ю., Аксенов В.В. Ножевые исполнительные органы геоходов: монография / В.Ю. Садовец, В.В. Аксенов // Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Germany. 2011. -141 с.
20. Вальтер А.В., Аксенов В.В. Варианты обеспечения точности оболочек и собираемости корпусов геохода // Механика XXI века. 2015. № 14. С. 89-92.
21. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Определение силовых параметров ножевого исполнительного органа геохода для разрушения пород малой крепости // Вестник КузГТУ. - 2017. - №3. - С. 116-126.
22. Ветров Ю.А. Расчет сил резания и копания грунтов. – Киев: Изд-во Киев. Ун-та, 1985. 251 с.
23. Винтоповоротные проходческие агрегаты. А.Ф. Эллер, В.Ф. Горбунов, В.В. Аксенов. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1992 г.– 192 с.
24. [Горбунов В.Ф.](#), [Аксёнов В.В.](#), [Садовец В.Ю.](#) Экспертная оценка влияния особенностей нового класса горнопроходческой техники на методику расчета его параметров//[Вестник Кузбасского государственного технического университета](#). -2004. -№ 6.1. -С. 43-45.
25. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Синтез технических решений ножевого исполнительного модуля геохода//Вестник Кузбасского государственного технического университета/Кемерово, 2006-№ 6. С. 33-37.
26. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Структурная матрица геоходов//Служение делу. Кемерово, 2006. С. 90-99.
27. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. Обоснования формы забоя выработки геохода//Сборник трудов Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых ученых «Инновационные технологии и экономика в машиностроении». 20-21 мая, 2010 г./ЮТИ. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. -С.492-496.
28. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. Обоснования формы забоя выработки геохода//Сборник трудов Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых ученых «Инновационные технологии и экономика в машиностроении». 20-21 мая, 2010 г./ЮТИ. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. -С.492-496.
29. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Создание инновационного инструментария для формирования подземного пространства//Вестник КузГТУ/Кемерово, 2010-№ 1. С. 42-46.
30. [Бегляков В.Ю.](#), [Аксенов В.В.](#) Поверхность забоя при проходке горной выработки геоходом. - Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. -139 с.

ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ РЕЗА НА РАДИАЛЬНУЮ ПРОЕКЦИЮ СИЛЫ РЕЗАНИЯ

В.В. Аксенов^{1,3}, д.т.н., В.Ю. Садовец^{2,3}, к.т.н., доцент, Д.А. Пашков¹, аспирант

¹Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН

650610, Россия, г. Кемерово, Ленинградский, 10.

²Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28.

³Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский

Томский политехнический университет»

652052, Россия, г. Юрга, ул. Ленинградская, д. 26.

e-mail: vsadovec@yandex.ru

В статье обосновывается влияние ширины реза на проекцию составляющей силы резания на плоскость, перпендикулярную оси вращения геохода. Рассмотрена актуальность исследования. Для постановки цели и задач исследования определена проекция составляющей силы резания на плоскость, перпендикулярную оси вращения геохода. На основании проведенного исследования построена зависимость радиальной проекции силы резания ножевого исполнительного органа геохода (РНО.СВ) от α до R_g .

Одним из приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ является необходимость эффективного использования пространства, в том числе подземного. Однако проведение подземных выработок представляет собой трудоемкий и дорогостоящий процесс. Где наиболее остро стоят задачи повышения скорости проходки, производительности труда и безопасности, снижения стоимости работ [1-12].

Перспективным направлением, решающим данные вопросы является применение геовинчестеной технологии для образования полости в подземном пространстве, где базовым элементом является геоход [13-19].

На существующем этапе разработки элементов геовинчестерной технологии остро стоит необходимость разработки конструктивных и технических решений исполнительных органов способных проводить образование полости в подземном пространстве по породам крепостью до 1 по шкале М.М. Протодяконова [20-25].

Под радиальной проекцией силы резания понимается проекция составляющей силы сопротивления грунта резанию, зависящей от ширины среза, на плоскость, перпендикулярную оси вращения геохода ($R_{ИО.СВ}$).

Из ранее проведенных исследований одной из характерных точек изгиба ножевого исполнительного органа геохода является точка при которой проекция составляющей силы сопротивления грунта резанию, зависящей от ширины среза, на ось вращения геохода ($P_{0.СВ}$) в пределах от 0 до x , будет равна проекции составляющей силы сопротивления грунта резанию, зависящей от ширины среза, на плоскость, перпендикулярную оси вращения геохода ($R_{ИО.СВ}$) в пределах от x до R_r , т.е.

$$\int_0^x P_{с.св} dx = \int_x^{R_r} R_{ио.св} dx ; \quad (1)$$

Проекция составляющей силы сопротивления грунта резанию, зависящей от ширины среза, на плоскость, перпендикулярную оси вращения геохода (РИО.СВ) в пределах от x до R_r будет равна [26-30]

$$R_{и.о.св} = \frac{\phi m_{св} h_6^2 + h_6 n P_{изн}}{2\pi n \cos \gamma} \cdot \frac{\sin \beta_x - \sin \beta_1}{\sin \beta_1 \sin \beta_x} + \frac{h_6}{2\pi} \left(\phi m_{св} \frac{h_6}{n} \frac{\operatorname{ctg}(\delta + \phi_{TP})}{\cos \gamma} - \frac{\operatorname{ctg}(\delta_1 + \phi_{TP})}{\cos \gamma} P_{изн} \right) \cdot \left(\ln \frac{\operatorname{tg} \left| \frac{\beta_x}{2} \right|}{\operatorname{tg} \left| \frac{\beta_1}{2} \right|} \right) \quad (2)$$

Для того чтобы проследить влияние увеличения ширины реза в пределах от x до R_r на радиальную проекцию силы резания, использовано выражения (2).

На основе горнотехнических условий проведения выработок геоходом с ножевым ИО представленным в таблице, по выражению (2) была посчитана радиальная проекция силы резания ($R_{ИО.СВ}$) в пределах от x до R_r , где переменная x изменяется от 0 до R_r с шагом 0,01 м.

На основании расчетов, был построен график (рисунок 1) изменения радиальной проекции силы резания ($R_{ИО.СВ}$) в пределах от x до R_r при отдаление от оси вращения точки на расстояние x .

По оси ординат, представленной зависимости, отложено значение радиальной проекции силы резания ножевого исполнительного органа геохода (Н), а по оси абсцисс расстояние x на которое отдалена точка от оси вращения.

Таблица

Горнотехнические условия проведения выработки геоходом с ножевым ИО.

Наименование	Обозначение	Единица измерения	Значение
Радиус геохода	R_r	м	0,9
Шаг винтовой лопасти	h_B	м	0,5
Коэффициент, учитывающий влияние угла резания [22]	ϕ		0,74
Удельная сила резания в лобовой части прорези при угле резания 45° [22]	$m_{св}$	Н/м ²	300000
Угол наклона радиального ножа к плоскости, перпендикулярной оси вращения геохода	γ	град	0
Параметры, характеризующие сопротивление материала упругопластическому сжатию [22]	P_0	Н/м	11300
	$P_{усл}$	Н/м	61900
	$h_{усл}$	м	0,639
Угол резания	δ	град	35
Угол трения [23]	$\phi_{тр}$	град	31,4
Количество ножей	n		2

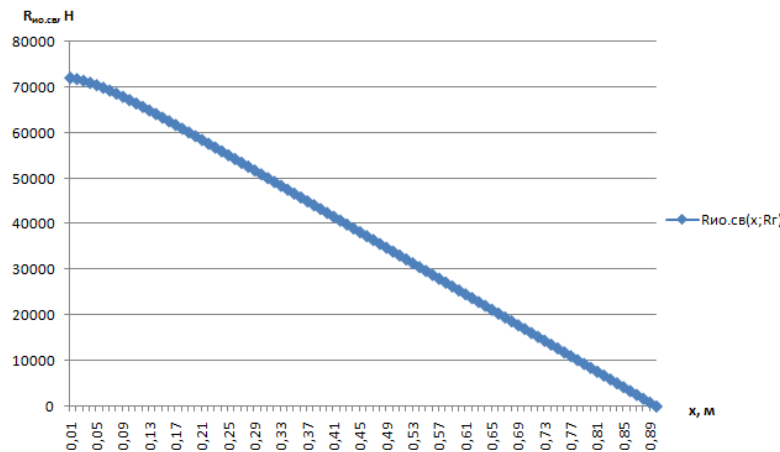


Рис. 1. Зависимость радиальной проекции силы резанию ножевого исполнительного органа геохода ($R_{HO,CB}$) от расстояния x на которое отдалена точка от оси вращения

Из графика изображенного на рисунке 1, видно что:

- значение радиальной проекции силы резания уменьшается нелинейно от полной длины ножа (от 0 до R_r) до значения $x=0,1$ м (от 0,1 до R_r);
- при значении $x>0,1$ м, значение радиальной проекции силы резания уменьшается пропорционально x ;
- при значении $x=0,9$ м, т.е. равное радиусу геохода, значение радиальной проекции силы резания равняется 0, т.к. в данном случае, ширина реза равна 0.

Список литературы

1. [Sadovets V.Yu., Beglyakov V.Yu. and Efremenkov A.B.](#) 2015 Simulation of geokhod movement with blade actuator Applied Mechanics and Materials 770 384-390.
2. Садовец В.Ю., Пашков Д.М. Оценка необходимости создания крепевозводящего модуля геохода//В сборнике: Перспективы инновационного развития угольных регионов России Сборник трудов IV Международная научно-практическая конференция. Редакционная коллегия: Пудов Е.Ю. (ответственный редактор), Клаус О.А. (ответственный редактор), Бершполец С.И., Конопля А.А. 2014. С. 346-349.
3. Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Последовательность операций возведения крепи в условиях геовичестерной технологии//В сборнике: Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2014 Материалы XV международной научно-практической конференции. В.П. Тациенко (отв. редактор), В.А. Колмаков (зам. отв. редактора). 2014. С. 63.
4. [Аксенов В. В., Садовец В. Ю., Буялич Г. Д., Бегляков В. Ю.](#) Влияние уступа на НДС призабойной части горной выработки //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). -2011. -Отд. вып. 2: Горное машиностроение. -С. 55-67.
5. [Садовец, В.Ю.](#) Структурная матрица горнопроходческих систем/Горбунов В.Ф., Аксенов В.В., Садовец В.Ю./«Служение делу»: -Кемерово, -2006. -С. 77-84.
6. [Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю.](#) Влияние динамических процессов, формирующихся в рабочих режимах, на силовые параметры ножевого исполнительного органа//Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) = Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2009. Т. 10. № 12. С. 91-106.
7. [Aksenov V., Sadovets V., Rezanova E., Pashkov D.](#) Impact of the number of blades of the geokhod cutting body on cutting forces // E3S Web of Conferences. 2017. Т. 15. С. 03015.
8. [Aksenov V., Sadovets V., Pashkov D.](#) The influence of parameters on the generatrix of the helicoid form guide of geokhod bar working body// E3S Web of Conferences The Second International Innovative Mining Symposium. 2017.
9. Садовец В.Ю. Разработка модели кинематических особенностей геохода. Иновационные технологии экономика в машиностроении /В.Ю. Садовец, В.Ю. Бегляков, А.Б. Ефременков.//Сборник трудов V Международная научно-практическая конференция: в 2-х т. -Юргинский технологический институт. -Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. -Т.2. -С. 292-298.

10. Садовец В.Ю. Обоснование конструктивных и силовых параметров ножевых исполнительных органов геогодов//автореф. дисер. к.т.н. Кузбасс. гос. техн. ун-т. -Кемерово, 2007. с. 17.
11. Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Определение функции линии контакта ножа исполнительного органа геогода с поверхностью забоя // Технологии и материалы. - 2016. - №4. - С. 9-14.
12. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Обоснование необходимости создания исполнительного органа геогода для разрушения пород малой крепости // Вестник КузГТУ. - 2016. - №6. - С. 8-14.
13. Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Обоснование необходимости создания барового исполнительного органа геогода для разрушения пород крепостью до 1 по шкале профессора Протодяконова // В сборнике: Международной научно-практической конференции «Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте». КузГТУ. 2017. С. 381-385.
14. Пашков Д.А. Анализ существующих баровых исполнительных органов // В сборнике: IX Всероссийской, 62 научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая». С.Г. Костюк (отв. редактор). 2017. С. 35011.
15. Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю., Пашков Д.А. Физико-механические свойства горных пород малой крепости// В сборнике: Перспективы инновационного развития угольных регионов России/Сборник трудов V Международной научно-практической конференции. Ответственные редакторы Пудов Е. Ю., Клаус О. А. -2016. -С. 142-147.
16. Садовец В.Ю., Аксенов В.В., Бегляков В.Ю. Разработка модели взаимодействия ножевого исполнительного органа геогода с геосредой // Технологии и материалы. 2015. № 1. С. 36-41
17. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Моделирование особенностей движения геогода // Вестник КузГТУ. - 2007. - №1. - С. 20-122.
18. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Синтез технических решений нового класса горно-проходческой техники // Известия вузов. Горный журнал / Екатеринбург, 2009-№ 8. С. 56-63.
19. Садовец В.Ю., Аксенов В.В. Ножевые исполнительные органы геогодов: монография / В.Ю. Садовец, В.В. Аксенов // Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG Heinrich-Böcking-Str. 6-8, 66121 Saarbrücken, Germany. 2011. -141 с.
20. Вальтер А.В., Аксенов В.В. Варианты обеспечения точности оболочек и собираемости корпусов геогода // Механики XXI века. 2015. № 14. С. 89-92.
21. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Пашков Д.А. Определение силовых параметров ножевого исполнительного органа геогода для разрушения пород малой крепости // Вестник КузГТУ. - 2017. - №3. - С. 116-126.
22. Ветров Ю.А. Расчет сил резания и копания грунтов. – Киев: Изд-во Киев. Ун-та, 1985. 251 с.
23. Винтоповоротные проходческие агрегаты. А.Ф. Эллер, В.Ф. Горбунов, В.В. Аксенов. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1992 г.– 192 с.
24. [Горбунов В.Ф., Аксёнов В.В., Садовец В.Ю.](#) Экспертная оценка влияния особенностей нового класса горнопроходческой техники на методику расчета его параметров//[Вестник Кузбасского государственного технического университета](#). -2004. -№ 6.1. -С. 43-45.
25. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Синтез технических решений ножевого исполнительного модуля геогода//Вестник Кузбасского государственного технического университета/Кемерово, 2006-№ 6. С. 33-37.
26. Аксенов В.В., Садовец В.Ю. Структурная матрица геогодов//Служение делу. Кемерово, 2006. С. 90-99.
27. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. Обоснования формы забоя выработки геогода//Сборник трудов Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых ученых «Инновационные технологии и экономика в машиностроении». 20-21 мая, 2010 г./ЮТИ. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. -С.492-496.
28. Аксенов В.В., Садовец В.Ю., Бегляков В.Ю. Обоснования формы забоя выработки геогода//Сборник трудов Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодых ученых «Инновационные технологии и экономика в машиностроении». 20-21 мая, 2010 г./ЮТИ. - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. -С.492-496.
29. Аксенов В.В., Ефременков А.Б., Садовец В.Ю., Резанова Е.В. Создание инновационного инструментария для формирования подземного пространства//Вестник КузГТУ/Кемерово, 2010-№ 1. С. 42-46.
30. [Бегляков В.Ю., Аксенов В.В.](#) Поверхность забоя при проходке горной выработки геогодом. - Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. -139 с.